

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年11月25日

出願番号

Application Number:

特願2002-341327

[ST.10/C]:

[JP2002-341327]

出願人

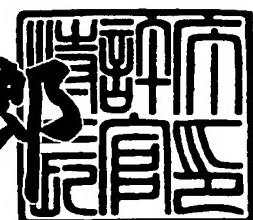
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 5月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一



出証番号 出証特2003-3034131

【書類名】 特許願

【整理番号】 TY113

【提出日】 平成14年11月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 27/41

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 服部 一孝

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100106150

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 英樹

【電話番号】 03-5379-3088

【代理人】

【識別番号】 100082175

【弁理士】

【氏名又は名称】 高田 守

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100120499

【弁理士】

【氏名又は名称】 平山 淳

【電話番号】 03-5379-3088

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 酸素センサの劣化検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関連する値から素子インピーダンス現実値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、

酸素センサの温度に影響を与える事項から当該酸素センサの素子温推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする酸素センサの劣化検出装置。

【請求項2】 素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関連する値から素子インピーダンス現実値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、

酸素センサの温度に影響を与える事項から素子インピーダンス推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする酸素センサの劣化検出装置。

【請求項3】 素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関連する値から素子温理論値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、

酸素センサの温度に影響を与える事項から素子インピーダンス推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする酸素センサの劣化検出装置。

【請求項4】 素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関連する値から素子温理論値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、

酸素センサの温度に影響を与える事項から素子温推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする酸素センサの劣化検出装置。

【請求項5】 前記異常判定手段は、前記第1判断値と前記第2判断値との関係が、酸素センサの素子インピーダンスが示す正規の温度特性に則っていない場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする請求項1または3記載の酸素センサの劣化検出装置。

【請求項6】 前記異常判定手段は、前記第1判断値と前記第2判断値とが、所定の判定値を超えて乖離している場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする請求項2または4記載の酸素センサの劣化検出装置。

【請求項7】 前記酸素センサは、前記温度特性を示すセンサ素子と、当該センサ素子を加熱するためのヒータとを備え、

酸素センサの温度に影響を与える前記事項は、少なくとも前記ヒータの作動状態に関する事項を含み、

前記異常判定手段は、前記ヒータの通電状態を検知するヒータ通電状態検知手段と、前記ヒータが通電されていない状況下で前記酸素センサの異常が判定された場合にその異常を前記センサ素子の異常と特定するセンサ素子異常特定手段とを備えることを特徴とする請求項5または6記載の酸素センサの劣化検出装置。

【請求項8】 前記異常判定手段は、前記ヒータが通電されている状況下で前記酸素センサの異常が判定された場合に、その通電を停止する通電停止手段を備えることを特徴とする請求項7記載の酸素センサの劣化検出装置。

【請求項9】 前記異常判定手段は、前記通電停止手段により前記ヒータへ

の通電が停止された後に、前記酸素センサの異常判定が覆った場合に、前記ヒータの異常を判定するヒータ異常判定手段を備えることを特徴とする請求項8記載の酸素センサの劣化検出装置。

【請求項10】 前記異常判定手段は、

前記第1判断値の変化量を検出する第1変化量検出手段と、

前記第2判断値の変化量を検出する第2変化量検出手段とを備え、

前記第1判断値の変化量と前記第2判断値の変化量とが正規の相関を示さない場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする請求項1乃至9の何れか1項記載の酸素センサの劣化検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、酸素センサの劣化検出装置に係り、特に、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化を検出するうえで好適な劣化検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば特開2000-193635号公報に開示されるように、酸素センサの素子インピーダンスに基づいて、その酸素センサの異常を検出する装置が知られている。上記従来の装置において、酸素センサは、内燃機関の排気通路に配置される。このセンサは、センサ素子を加熱するためのヒータを有しており、通常の使用環境下では、排気ガスによる加熱と、ヒータによる加熱により700°C程度の温度に制御される。

【0003】

また、上記従来のシステムにおいて、センサ素子の素子インピーダンスは温度特性を有している。このため、センサ素子が適正に加熱されている場合と、その加熱が適正に行われていない場合とでは、素子インピーダンスが異なった値となる。上記従来の装置は、この特性を利用して、通常の使用環境下で素子インピーダンスが正常な値を示すか否かに基づいて、センサの断線や、ヒータの劣化或いは断線などを検出する。

【0004】

【特許文献1】

特開2000-193635号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の装置は、内燃機関が始動された後、所定期間が経過した時点で、酸素センサが活性化されたものと判断する。そして、その状態では、酸素センサが700°C程度に加熱されているとの前提の下に、素子インピーダンスに基づく異常判定が行われる。

【0006】

しかしながら、システムが正常であっても、現実には、内燃機関が始動されてから所定期間が経過した後に、酸素センサの温度が700°C付近から外れた温度となることがある。この場合、素子インピーダンスは、センサ素子の温度特性のため、センサ素子が700°C付近にある場合に生ずるべき値から、大きく外れた値となる。そして、上記従来の装置によれば、このような場合に、酸素センサの異常が誤判定されてしまうことがある。

【0007】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、酸素センサの異常を常に精度良く検出することのできる劣化検出装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関連する値から素子インピーダンス現実値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、

酸素センサの温度に影響を与える事項から当該酸素センサの素子温推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異

常判定手段と、
を備えることを特徴とする。

【0009】

また、第2の発明は、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関する値から素子インピーダンス現実値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、

酸素センサの温度に影響を与える事項から素子インピーダンス推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする。

【0010】

また、第3の発明は、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関する値から素子温理論値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、

酸素センサの温度に影響を与える事項から素子インピーダンス推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする。

【0011】

また、第4の発明は、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関する値から素子温理論値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、

酸素センサの温度に影響を与える事項から素子温推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値に基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする。

【0012】

また、第5の発明は、第1または第3の発明において、前記異常判定手段は、前記第1判断値と前記第2判断値との関係が、酸素センサの素子インピーダンスが示す正規の温度特性に則っていない場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする。

【0013】

また、第6の発明は、第2または第4の発明において、前記異常判定手段は、前記第1判断値と前記第2判断値とが、所定の判定値を超えて乖離している場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする。

【0014】

また、第7の発明は、第5または第6の発明において、前記酸素センサは、前記温度特性を示すセンサ素子と、当該センサ素子を加熱するためのヒータとを備え、

酸素センサの温度に影響を与える前記事項は、少なくとも前記ヒータの作動状態に関する事項を含み、

前記異常判定手段は、前記ヒータの通電状態を検知するヒータ通電状態検知手段と、前記ヒータが通電されていない状況下で前記酸素センサの異常が判定された場合にその異常を前記センサ素子の異常と特定するセンサ素子異常特定手段とを備えることを特徴とする。

【0015】

また、第8の発明は、第7の発明において、前記異常判定手段は、前記ヒータが通電されている状況下で前記酸素センサの異常が判定された場合に、その通電を停止する通電停止手段を備えることを特徴とする。

【0016】

また、第9の発明は、第8の発明において、前記異常判定手段は、前記通電停止手段により前記ヒータへの通電が停止された後に、前記酸素センサの異常判定

が覆った場合に、前記ヒータの異常を判定するヒータ異常判定手段を備えることを特徴とする。

【0017】

また、第10の発明は、第1乃至第9の発明において、
前記異常判定手段は、
前記第1判断値の変化量を検出する第1変化量検出手段と、
前記第2判断値の変化量を検出する第2変化量検出手段とを備え、
前記第1判断値の変化量と前記第2判断値の変化量とが正規の相関を示さない場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【0019】

実施の形態1.

【システム構成の説明】

図1は、本発明の実施の形態1の構成を説明するためのブロック図である。図1に示すように、本実施形態のシステムは酸素センサ10を備えている。酸素センサ10は、本実施形態において、内燃機関の排気通路に配置され、排気ガス中の酸素濃度を検出するセンサとして用いられる。

【0020】

酸素センサ10は、センサ素子12、およびセンサ素子12を加熱するためのヒータ14を備えている。センサ素子12は、被検出ガス中の酸素濃度に応じた起電力を発生すると共に、温度に応じて素子インピーダンスRsを変化させる特性を有している。図1に示すように、センサ素子12は、起電力成分16とインピーダンス成分18とで等価的に表すことができる。

【0021】

酸素センサ10は、ECU(Electronic Control Unit)20に接続されている。ECU20は、CPU、ROM、RAM、および電子回路などで構成された車載用コンピュータ

である。本実施形態において、ECU20の内部では、ハードウェアおよびソフトウェアにより、ヒータ制御部22、素子インピーダンス検出部24、フューエルカット検出部26、素子温推定部28、および異常判定部30が実現されている。

【0022】

ヒータ制御部22は、酸素センサ10のヒータ14を制御する機能を実現する。酸素センサ10のセンサ素子12は、所定の活性温度に加熱されている場合に、被検出ガス中の酸素濃度に応じた起電力を発生する。このため、ヒータ制御部22は、酸素センサ10の作動中、センサ素子12の温度が上記活性温度に維持されるように、ヒータ14の通電・非通電状態を制御する。

【0023】

素子インピーダンス検出部24は、センサ素子12の素子インピーダンスRsを検出する機能を実現する。より具体的には、素子インピーダンス検出部24は、センサ素子12に対して適当な電力を供給し、その電力に関連する値から素子インピーダンスRsを検出する部分である。センサ素子12は、起電力式のセンサであるため、センサ素子12に対して電力が供給されている間は（電圧が印加されている間は）、センサ素子12からセンサ出力を取り出すことはできない。このため、素子インピーダンス検出部24は、素子インピーダンスRsを検出すべき所定のタイミングに限ってセンサ素子12に対して電力を供給する。そして、その際にセンサ素子12の両端に作用する印加電圧Vと、センサ素子12を流れる流通電流Iとの間に成立する関係（ $V = Rs \cdot I$ ）に従って、素子インピーダンスRsを検出する。以下、素子インピーダンス検出部24により検出される素子インピーダンスRsを、つまり、センサ素子12に供給される電力関連値に基づいて算出される素子インピーダンスRsを「素子インピーダンス現実値Rsr」と称す。

【0024】

内燃機関においては、機関回転数が高く、かつ、アクセルペダルが開放されているような場合に、燃料の噴射を停止するためフューエルカットが実行される。フューエルカット検出部26は、内燃機関において上記のフューエルカットが実行された場合に、その実行を検出する機能を実現する。フューエルカット検出部

26の検出結果は、素子温推定部28に供給される。

【0025】

素子温推定部28には、既述した通り、フューエルカット検出部26から、フューエルカットの実行に関する情報が提供されると共に、ヒータ制御部22からは、ヒータ14の通電・非通電に関する情報が提供される。また、素子温推定部28には、エアフロメータ32、車速センサ34、吸気温センサ36、および大気圧センサ38が接続されている。素子温推定部28には、それらのセンサから、吸入空気量Ga、車速SPD、吸気温Ta、および大気圧Paに関する情報が提供されている。素子温推定部28に提供される上記の情報は、何れも酸素センサ10（センサ素子12）の温度に影響を与える情報である。より具体的には、酸素センサ10（センサ素子12）に対する供給熱量Ts、或いは酸素センサ10（センサ素子12）からの放射熱量Trに影響を与える主要事項の情報である。素子温推定部28は、それらの情報に基づいて、センサ素子12の温度を推定する機能を実現する。以下、素子温推定部28により推定されるセンサ素子12の温度、つまり、センサ素子12の温度に影響を与える主要事項の情報に基づいて算出される素子温を「素子温推定値Tex」と称す。

【0026】

異常判定部30は、素子インピーダンス検出部24によって検出された素子インピーダンス現実値Rsrと、素子温推定部28によって推定された素子温推定値Texとに基づいて、酸素センサ10の異常判定を行うためのブロックである。

【0027】

図2は、センサ素子12の素子温度と素子インピーダンスRsとの関係、つまり、センサ素子12の素子インピーダンスRsが示す温度特性を示す。図2に示すように、センサ素子12は、素子温度の上昇に対して、素子インピーダンスRsを指数関数的に低下させる特性を有している。

【0028】

酸素センサ10が正常であれば、電力関連値に基づいて算出される素子インピーダンス現実値Rsrと、温度に影響を与える事項に基づいて推定された素子温推定値Texとの間にも、図2に示すような相関が認められるはずである。このため

、異常判定部30は、素子インピーダンス現実値Rsrと素子温推定値Texとの間に、図2に示すような正規の相関が認められるか否かに基づいて、酸素センサ10に異常が生じているか否かを判断する。

【0029】

〔異常判断の具体的基準の説明〕

図3は、素子温推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrとの関係に対して、本実施形態の装置が如何なる判断を下すかを説明するための図である。

図3において、横軸中に示すT1およびT2は、それぞれ酸素センサ10の常用温度領域の下限値および上限値である。より具体的には、温度T1は、酸素センサ10が活性状態であるか否かを判定するための下限温度（例えば350°C）である。また、温度T2は、通常の使用環境下で酸素センサ10が到達することのある上限の温度（例えば900°C）である。

【0030】

また、図3において、縦軸に示すR1は、酸素センサ10が活性状態である場合には（温度T1以上である場合には）、センサ素子12に断線が生じていない限り生ずることのない抵抗値の下限、つまり、センサ素子12が温度T1で示すべき素子インピーダンスRsに対して十分に大きな値（例えば15kΩ）である。また、縦軸に示すR2は、酸素センサ10が通常の使用環境下で用いられているとすれば（温度T2以下であるとすれば）、センサ素子12にショートが生じない限り生ずることのない抵抗値の上限、つまり、センサ素子12が温度T2で示すべき素子インピーダンスRsに対して十分に小さな値（例えば5Ω）である。

【0031】

上述した設定の下では、素子温度推定値TexがT1より高いにも関わらず素子インピーダンス現実値RsrがR1より大きい場合には（領域①）、センサ素子12に断線が生じていると判断することができる。また、素子温度推定値TexがT2より低いにも関わらず素子インピーダンス現実値RsrがR2より小さい場合には（領域②）、センサ素子12にショートが生じていると判断することができる。このため、本実施形態において、ECU20は、素子温度推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrとの組み合わせが領域①に属する場合には、センサ素子12に断線が

生じていると判断し、また、その組み合わせが領域②に属する場合には、センサ素子12にショートが生じていると判断する。

【0032】

図3中に符号①を付して示す直線は、素子温と素子インピーダンスRsとが本来示すべき温度特性を示している。酸素センサ10が正常である場合、素子温推定値Texが常用域に属している限り ($T1 < Tex < T2$ が成立する限り) 、その推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrとの組み合わせは、直線①の付近に位置するはずである。換言すると、 $T1 < Tex < T2$ が成立する状況下で、素子温推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrとの組み合わせが、直線①から大きく乖離した位置に存在する場合は、酸素センサ10が正常でないと判断することができる。

【0033】

図3中に符号④または⑤を付して示す直線は、それぞれ、素子温推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrとが、直線①から大きく乖離していると判断すべき境界点の集合である。このため、本実施形態において、ECU20は、素子温度推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrとの組み合わせが、図3に示す領域⑥または⑦に属する場合には、センサ素子12に劣化が生じていると判断する。

【0034】

酸素センサ10が正常である場合、素子温推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrとの間には、常に正規の温度特性に則った相関が認められるべきである。つまり、酸素センサ10が正常である限り、素子温推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrの一方に変化が生じた場合、その変化に応じた適正な変化がそれらの他方に発生するべきである。このため、素子温推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrとの組み合わせが如何なる領域に属しているかに関わりなく(直線④と⑤に挟まれた領域⑧に属する場合であっても)、素子温推定値Texの変化 ΔTex と、素子インピーダンス現実値Rsrの変化 ΔRsr との間に正規の相関が認められない場合は、酸素センサ10に異常が生じていると判断することができる。そこで、本実施形態において、ECU20は、このような現象が検知された場合は、センサ素子12に、中間インピーダンスでのショート(以下、「中間ショート」と称す)が生じたものと判断する。

【0035】

[異常判断のために実行される具体的処理の説明]

以下、図4乃至図7を参照して、ECU20が、上述した具体的基準に従って酸素センサ10の異常を判断すべく実行する具体的処理の内容について説明する。

図4は、ECU20が、センサ素子12の断線およびショートを検出するために実行する制御ルーチンのフローチャートである。

図4に示すルーチンでは、先ず、酸素センサ10の素子温推定値Texが算出される（ステップ100）。

【0036】

図5は、上記ステップ100において実行される素子温推定処理の内容を説明するためのフローチャートである。ECU20は、上記ステップ100が実行される毎に、図5に示すルーチンに沿って素子温推定値Texを算出する。

図5に示すルーチンでは、先ず、前回の処理サイクル時に算出された素子温推定値Texおよび供給熱量Tsが、それぞれ旧素子温推定値Tex0および旧供給熱量Ts0に置き換えられる（ステップ108）。

尚、供給熱量Tsとは、センサ素子12に対して供給される熱量である。供給熱量Tsの詳細、およびその算出方法については後に詳細に説明する。

【0037】

図5に示すルーチンでは、次に、ECU20に接続されている各種センサより、吸入空気量Ga、車速SPD、吸気温Taおよび大気圧Paが検出される（ステップ110）。

【0038】

次に、フューエルカット検出部26、およびヒータ制御部22から、フューエルカットの実行状態、およびヒータ14の通電状態に関する情報が検出される（ステップ112）。

【0039】

次いで、吸入空気量Ga、フューエルカットの実行状態、およびヒータの通電・非通電状態に基づいて、現在の状況に対応する素子温収束値Tgaが算出される（ステップ114）。

素子温収束値Tgaは、排気ガスの温度および流量に大きな影響を受ける。また、その収束値Tgaは、ヒータ14による加熱が行われているか否かにも大きく影響される。排気ガスの流量は原則として吸入空気量Gaと等量である。また、排気ガスの温度は、フューエルカットが実行されているか否かに応じて大きく異なったものとなる。このため、本実施形態では、上記の如く吸入空気量Ga、フューエルカットの実行状態、およびヒータの通電・非通電状態に基づいて素子温収束値Tgaを算出することにしている。ECU20は、それら3つの要素との関係で、素子温収束値Tgaを定めたマップを記憶している。本ステップ114では、具体的には、上記3つの要素を、そのマップに当てはめることにより素子温収束値Tgaが算出される。

【0040】

図5に示すルーチンでは、次に、大気圧Paに基づいて、大気圧補正係数Kpが算出される（ステップ116）。

センサ素子12の温度は、現在の温度が素子温収束値Tgaから乖離しているほど大きく変化する。つまり、センサ素子12に供給される熱量Tsは、現在の素子温と素子温収束値Tgaとの差に対して相関を有している。そして、この相関関係は、空気密度などの影響により、大気圧Paに応じて変化する。大気圧補正係数Kpは、その変化に対応すべく、素子温収束値Tgaに積算すべき値として算出される係数である。

【0041】

大気圧補正係数Kpが算出されると、次に、以下に示す演算式に従って、センサ素子12に対する供給熱量Tsが算出される（ステップ118）。

$$Ts = Ts0 + [\{ (Tga \cdot Kp - Tex0) / Kb \} - Ts0] / Ka \quad \dots \quad (1)$$

上記(1)式中、Ts0およびTex0は、それぞれ前回の処理サイクル時に算出された供給熱量Tsおよび素子温推定値Texである（上記ステップ108参照）。また、上記(1)式中、KbおよびKaは、何れもなまし定数である。上記(1)式の右辺中、 $(Tga \cdot Kp - Tex0)$ は、今回の処理サイクルにおいてセンサ素子12に供給される熱量を意味している。そして、その値をKbで割った $\{ (Tga \cdot Kp - Tex0) / Kb \}$ は、その熱量のなまし値である。更に、そのなまし値から旧供給熱

量 T_{s0} を減じた値 [$\{ (T_{ga} \cdot K_p - T_{ex0}) / K_b \} - T_{s0}$] は、前回の処理サイクル時における供給熱量 T_{s0} と、今回の処理サイクル時に算出された供給熱量のなまし値との差を意味している。上記(1)式によれば、その供給熱量の差を更に K_a でなました値を、旧供給熱量 T_{s0} に反映させる(加える)ことにより、現サイクル時における供給熱量 T_s が算出される。

【0042】

上述したステップ118の処理によれば、前回の処理サイクル時における供給熱量 T_{s0} をベースとして、今回の処理サイクル時に形成されている熱環境を適当にそのベースに反映させることにより、センサ素子12に対する供給熱量 T_s を精度良く算出することができる。

【0043】

図5に示すルーチンでは、次に、車速SPDによる放射熱係数 K_{spd} が算出される(ステップ120)。

車両が走行している場合は、酸素センサ10は、走行風により冷却される。上記の放射熱係数 K_{spd} は、走行風による冷却により酸素センサ10から放射される熱量に関する係数であり、その値は車速SPDが早いほど大きくなる。ECU20は、車速SPDと放射熱係数 K_{spd} との関係を定めたマップを記憶している。本ステップ120では、そのマップに従って放射熱係数 K_{spd} が算出される。

【0044】

放射熱係数 K_{spd} が算出されると、次に、以下に示す演算式に従って、酸素センサ10からの放射熱量 T_r が算出される(ステップ122)。

$$T_r = K_{spd} \cdot (T_{ex} - T_a) \quad \dots (2)$$

酸素センサ10からの放射熱量 T_r は、車速SPDの他、素子温推定値 T_{ex} と吸気温 T_a との差に大きく影響を受ける。上記(2)式によれば、それら2つの因子を考慮することにより、酸素センサ10からの放射熱量 T_r を精度良く算出することができる。

【0045】

以上説明した一連の処理により、今回の処理サイクルに伴って酸素センサ10に供給される供給熱量 T_s と、酸素センサ10から放射される放射熱量 T_r を算出す

ることができる。ECU20は、それらの熱量Ts、Trと、旧素子温推定值Tex0とを次式に代入することにより、今回の処理サイクル時における素子温推定值Texを算出する（ステップ124）。

$$Tex = Tex0 + (Ts - Tr) \quad \dots \quad (3)$$

【0046】

以下、再び図4に示すフローチャートについて説明する。

上記ステップ100において素子温度推定値Texが算出されると、図4に示すルーチンでは、次に、素子インピーダンス現実値Rsrが算出される（ステップ130）。

素子インピーダンス現実値Rsrは、酸素センサ10に供給される電力に関連する値に基づいて算出される。具体的には、素子インピーダンス現実値Rsrを算出する場合、ECU20は、先ず酸素センサ10に対して所定の電圧Vを印加する。ECU20は、その際にセンサ素子12を流通する電流Iを検出し、それらの印加電圧Vおよび流通電流Iに基づいて、素子インピーダンス現実値 $Rsr = V / I$ を算出する。

【0047】

図4に示すルーチンでは、次に、素子インピーダンス現実値Rsrが、断線判定値R1（例えば $15\text{ k}\Omega$ ）より小さいか否かが判別される（ステップ132）。

その結果、 $Rsr < R1$ が成立しないと判別された場合、つまり、素子インピーダンス現実値Rsrが断線判定値R1以上であると判別された場合は、素子温推定値Texが活性判定温度T1（例えば 350°C ）より高いか否かが判別される（ステップ134）。

【0048】

素子温推定値Texが活性判定温度T1より高くないと判別された場合は、酸素センサ10が未だ活性化されていないために素子インピーダンスRsが断線判定値R1を超えている可能性があると判断できる。この場合、酸素センサ10の状態判定が保留され、以後、速やかに今回の処理サイクルが終了される。

【0049】

一方、上記ステップ134において、素子温推定値Texが活性判定温度T1より

高いと判別された場合は、酸素センサ10が、活性化されているにも関わらず不當に大きな素子インピーダンスRsを示していると判断できる。この場合、ECU20は、センサ素子12の断線を判断して今回の処理サイクルを終了させる（ステップ136）。

【0050】

上記ステップ132において、素子インピーダンス現実値Rsrが断線判定値R1より小さないと判別された場合は、次に、素子インピーダンス現実値Rsrがショート判定値R2より大きいか否かが判別される（ステップ138）。

その結果、 $Rsr > R2$ が成立しないと判別された場合、つまり、素子インピーダンス現実値Rsrがショート判定値R1以下であると判別された場合は、素子温推定値Texが常用上限温度T2（例えば900°C）より低いか否かが判別される（ステップ140）。

【0051】

素子温推定値Texが常用上限温度T2より低くないと判別された場合は、酸素センサ10が常用温度を超えて高温となっているために素子インピーダンスRsがショート判定値R2以下に低下している可能性があると判断できる。この場合、酸素センサ10の状態判定が保留され、以後、後述するステップ144以降の処理が実行される。

【0052】

一方、上記ステップ140において、素子温推定値Texが常用上限温度T2より低いと判別された場合は、酸素センサ10の素子インピーダンスRsが、不當に小さな値を示していると判断できる。この場合、ECU20は、センサ素子12のショートを判定して今回の処理サイクルを終了させる（ステップ142）。

【0053】

上記ステップ138において $Rsr > R2$ が成立すると判別された場合、および上記ステップ140において $Tex < T2$ が成立すると判別された場合、ECU20は、酸素センサ10が活性状態にあると判断する。そして、この場合、ECU20は、酸素センサ10の出力に基づいて、公知の空燃比フィードバック制御を実行する（ステップ144）。

【0054】

更に、この場合、以後ECU20は、酸素センサ10の劣化を検出するための劣化検出処理（図6を参照して後述）、および、酸素センサ10の中間ショートを検出するためのショート検出処理（図7を参照して後述）を実行して、今回の処理サイクルを終了させる（ステップ146）。

【0055】

図6は、ECU20が、上記ステップ146において実行する劣化検出処理のフローチャートを示す。

図6に示すルーチンでは、先ず、素子インピーダンス現実値Rsrに基づいて、素子温理論値Tiが算出される。（ステップ150）。

既述したように、酸素センサ10の素子温と素子インピーダンスRsとの間には、図2に示すような関係（温度特性）が成立している。ECU20は、その関係に対応するマップを記憶しており、本ステップ150では、そのマップに則って、素子インピーダンス現実値Rsrに対応する素子温理論値Tiが算出される。

【0056】

次に、素子温推定値Texと素子温理論値Tiとの差 $| Tex - Ti |$ が、乖離判定値T3（例えば100°C）より大きいか否かが判別される（ステップ152）。

素子温推定値Texは、酸素センサ10の温度に影響を与える値を基礎として算出された素子温である。一方、素子温理論値Tiは、素子インピーダンス現実値Rs_rに対応する値として算出された素子温、つまり、酸素センサ10に対する電力関連値を基礎として算出された素子温である。これらは、酸素センサ10が正規の温度特性を示す場合には一致すべき物理量である。従って、両者の差 $| Tex - Ti |$ が小さい場合は、酸素センサ10が正規の温度特性を示していると判断することができ、一方、その差 $| Tex - Ti |$ が大きい場合は、酸素センサ10が正規の温度特性を示していないと判断することができる。

尚、本ステップ152の処理は、実質的には、素子温度推定値Texと素子インピーダンス現実値Rsrとの組み合わせが、上記図3に示す領域⑥または⑦に属しているか否かを判断するのと同様である。

【0057】

図6に示すルーチンでは、上記ステップ152において、 $| Tex - Ti | > T3$ が成立しないと判別された場合は、酸素センサ10が正常であると判断され、以後、速やかに図6に示すルーチンが終了される。一方、 $| Tex - Ti | > T3$ が成立すると判別された場合は、酸素センサ10に劣化が生じていると判断される（ステップ154）。

【0058】

上記ステップ152の条件は、センサ素子12に劣化が生じている場合の他、センサ素子12は正常であるがヒータ14に異常が生じている場合にも成立する。つまり、本実施形態において、素子温推定値Texの算出過程では、供給熱量Ts（厳密には素子温収束値Tga）がヒータ14の通電・非通電状態に応じて区別されている（上記ステップ114参照）。従って、ヒータ14が正常に機能しない環境下では、ヒータ14が通電されているものとして素子温収束値Tgaが算出されると、素子温推定値Texに大きな誤差が重畠し、その結果、上記ステップ152の条件が成立することがある。そこで、ECU20は、上記ステップ152の判断により酸素センサ10の劣化が認められた場合、以後、その劣化がセンサ素子12の劣化であるのか、或いはヒータ14の劣化であるのかを特定するための処理を実行する。

【0059】

具体的には、ECU20は、上記ステップ154の処理に次いで、先ず、ヒータ14が非通電状態であるか否かを判別する（ステップ156）。

その結果、ヒータ14が非通電状態であると判別された場合は、素子温推定値Texと素子温理論値Tiの乖離原因がヒータ14の劣化ではないと判断できる。この場合、ECU20は、酸素センサ10の劣化内容をセンサ素子12の異常と特定して（ステップ158）、今回の処理サイクルを終了させる。

【0060】

一方、上記ステップ156において、ヒータ14が非通電中でないと判別された場合は、ヒータ14が強制的に非通電状態とされる（ステップ160）。

ヒータ14を強制的に非通電状態とすると、ヒータ14の劣化を、素子温推定値Texと素子温理論値Tiの乖離原因から外すことができる。ECU20は、上記ステ

ップ160の後、再び素子温度推定値Texおよび素子温度理論値Tiを算出し、新たに算出されたTexとTiの差 $| Tex - Ti |$ が乖離判定値T3より大きいか否かを判断する（ステップ162）。

【0061】

上記ステップ162の処理により、再び $| Tex - Ti | > T3$ が成立すると判別された場合は、TexとTiとが乖離している原因はヒータ14の異常ではないと判断できる。この場合、ECU20は、酸素センサ10の劣化内容をセンサ素子12の異常と特定すべく上記ステップ158の処理を実行して今回の処理サイクルを終了させる。

【0062】

これに対して、上記ステップ162の処理により、 $| Tex - Ti | > T3$ が成立しないと判別された場合は、ヒータ14が強制的に非通電状態とされた結果、素子温推定値Texと素子温理論値Tiとの関係が正規の関係に復帰したと判断できる。この場合、ECU20は、酸素センサ10の劣化内容をヒータ14の異常と特定して（ステップ164）、今回の処理サイクルを終了させる。

【0063】

図7は、ECU20が、上記ステップ146において実行する中間ショート検出処理のフローチャートを示す。

図7に示すルーチンでは、先ず、素子温推定値Texおよび素子インピーダンス現実値Rsrの初期値が記憶される（ステップ170）。

本ステップ170では、具体的には、本ルーチンが初めて実行された時点（A点）での素子温推定値Texおよび素子インピーダンス現実値Rsrが、それぞれA点素子温推定値TexAおよびA点素子インピーダンス現実値Rsraとして記憶される。

【0064】

次に、現在の素子温推定値TexがB点素子温推定値TexBとして記憶される（ステップ172）。

【0065】

次いで、A点素子温推定値TexAとB点素子温推定値TexBとの差 $TexA - TexB$ が、所定の判定温度T4（例えば100°C）より大きいか否かが判別される。つまり、

A点素子温推定値 TexA が検出された後今回の処理サイクル時までに、素子温推定値 Tex に判定温度 $T4$ を超える変化が生じたか否かが判別される（ステップ174）。

【0066】

上記ステップ174の処理は、 $\text{TexA} - \text{TexB} > T4$ が成立すると判別されるまで繰り返し実行される。そして、その条件の成立が認められると、次に、現時点における素子インピーダンス現実値 Rsr が、B点素子インピーダンス現実値 RsrB として記憶される（ステップ176）。

【0067】

図7に示すルーチンでは、次に、上記ステップ170で記憶されたA点素子インピーダンス現実値 RsrA と、上記ステップ176で記憶されたB点素子インピーダンス現実値 RsrB との差が、中間ショート判定値 $R4$ より小さいか否かが判別される（ステップ178）。

【0068】

酸素センサ10の素子温と素子インピーダンス Rs との間には、正規の温度特性に対応する相関が認められるはずである。従って、酸素センサ10が正常であれば、素子温推定値 Tex に判定温度 $T4$ を超える変化が生じた場合、素子インピーダンス現実値 Rsr にも、その判定温度 $T4$ に対応する変化が生じているはずである。

【0069】

上記ステップ178において用いられる中間ショート判定値 $R4$ は、判定温度 $T4$ に対応する変化量に比して十分に小さな所定の値、具体的には、酸素センサ10に $T4/2$ （50°C）の素子温変化が生じた場合に素子インピーダンス Rs に表れるべき変化量に設定されている。従って、 $\text{RsrA} - \text{RsrB} < R4$ が成立すると判別された場合は、明らかに素子インピーダンス現実値 Rsr に生じている変化量が、素子温推定値 Tex に発生した変化量に対して過小であると判断できる。

【0070】

図7に示すルーチンでは、上記ステップ178において、 $\text{RsrA} - \text{RsrB} < R4$ が成立すると判別された場合は、酸素センサ10に中間ショートが生じていると判断される（ステップ180）。一方、 $\text{RsrA} - \text{RsrB} < R4$ が成立しないと判別された場

合は、中間ショートは生じていないと判断され、正常判定がなされた後、今回の処理サイクルが終了される（ステップ182）。

【0071】

以上説明した通り、図4乃至図7に示すルーチンによれば、酸素センサ10の断線、ショート、劣化、および中間ショートを正確に判断することができる。このように、本実施形態の装置によれば、酸素センサ10に供給される電力に関連する値から求めた素子インピーダンス現実値 R_{sr} （または素子温理論値 T_i ）と、酸素センサ10の温度に影響を与える値に基づいて算出される素子温推定値 T_{ex} とに基づいて、素子インピーダンス Rs の温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサ10の異常判定を行うことができる。

【0072】

ところで、上述した実施の形態1においては、断線・ショートの判定および中間ショートの判定（図4および図7参照）を、素子インピーダンス現実値 R_{sr} と素子温推定値 T_{ex} との比較に基づいて実行し、劣化判定を、素子温理論値 T_i と素子温推定値 T_{ex} との比較に基づいて実行している。しかしながら、それらの判定の組み合わせはこれに限定されるものではない。

【0073】

すなわち、本実施形態においては、酸素センサ10も素子インピーダンス Rs が温度特性を示すことが前提である。このため、電力に関連する値から素子インピーダンス Rs （上記の素子インピーダンス現実値 R_{sr} ）が算出できる以上、その電力関連値から素子温（上記の素子温理論値）を算出することが可能である。また、温度に影響する値から素子温（上記の素子温推定値 T_{ex} ）が算出できる以上、その温度影響値を基礎として素子インピーダンス（以下、「素子インピーダンス推定値」と称す）を算出することが可能である。

【0074】

酸素センサ10に断線、ショート、劣化、或いは中間ショートが生じているか否かを判断するうえでは、電力関連値から算出される素子インピーダンス Rs または素子温と、温度影響値から算出される素子インピーダンス Rs または素子温との間に正規の相関が成立しているか否かが判断できればよい。従って、それらの判

定は、以下に示す4つの組み合わせの何れかに基づいて実行すればよい。

- ①素子インピーダンス現実値Rsrと素子温推定値Texとの組み合わせ。
- ②素子インピーダンス現実値Rsrと素子インピーダンス推定値との組み合わせ
- ③素子温理論値Tiと素子インピーダンス推定値との組み合わせ。
- ④素子温理論値Tiと素子温推定値Texとの組み合わせ。

【0075】

尚、上述した実施の形態1において、前記第1の発明における「第1判断値取得手段」は、ECU20が上記ステップ130の処理を実行することにより、また、「第2判断値取得手段」はECU20が上記ステップ100の処理を実行することによりそれぞれ実現されている。また、それらの「第1判断値取得手段」および「第2判断値取得手段」はECU20が上記ステップ170～176の処理を実行することによっても実現されている。更に、前記第1の発明における「異常判定手段」は、ECU20が、上記ステップ132～142の処理、或いは上記ステップ178～182の処理を実行することにより実現されている。

【0076】

また、上述した実施の形態1において、前記第3の発明における「第1判断値取得手段」はECU20が上記ステップ150の処理を実行することにより、「第2判断値取得手段」はECU20が上記ステップ100の処理を実行することにより、「異常判定手段」は、上記ステップ152～164の処理を実行することにより、それぞれ実現されている。

【0077】

また、上述した実施の形態1において、前記第7の発明における「ヒータ通電状態検知手段」は、図1に示すヒータ制御部22により実現されており、前記「センサ素子異常特定手段」は、ECU20が上記ステップ158の処理を実行することにより実現されている。

【0078】

また、上述した実施の形態1において、前記第8の発明における「通電停止手段」は、ECU20が、上記ステップ160の処理を実行することにより実現され

ている。

【0079】

また、上述した実施の形態1において、前記第9の発明における「ヒータ異常判定手段」は、ECU20が、上記ステップ164の処理を実行することにより実現されている。

【0080】

また、上述した実施の形態1において、前記第10の発明における「第1変化量検出手段」は、ECU20が上記ステップ170および172の処理を実行することにより、前記「第2変化量検出手段」はECU20が上記ステップ174および176の処理を実行することにより、それぞれ実現されている。

【0081】

【発明の効果】

この発明は以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

第1の発明によれば、酸素センサに供給される電力に関連する値から算出される素子インピーダンス現実値と、酸素センサの温度に影響を与える事項から算出される素子温推定値とが、適正な関係を満たしているか否かに基づいて、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

【0082】

第2の発明によれば、酸素センサに供給される電力に関連する値から算出される素子インピーダンス現実値と、酸素センサの温度に影響を与える事項から算出される素子インピーダンス推定値とが、適正な関係を満たしているか否かに基づいて、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

【0083】

第3の発明によれば、酸素センサに供給される電力に関連する値から算出される素子温度理論値と、酸素センサの温度に影響を与える事項から算出される素子インピーダンス推定値とが、適正な関係を満たしているか否かに基づいて、素子

インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

【0084】

第4の発明によれば、酸素センサに供給される電力に関連する値から算出される素子温度理論値と、酸素センサの温度に影響を与える事項から算出される素子温度推定値とが、適正な関係を満たしているか否かに基づいて、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

【0085】

第5の発明によれば、素子インピーダンス現実値と素子温推定値との関係が適正な温度特性に則っているかに基づいて、或いは、素子温理論値と素子インピーダンス推定値との関係が適正な温度特性に則っているかに基づいて、酸素センサの異常を精度良く判定することができる。

【0086】

第6の発明によれば、素子インピーダンス現実値と素子インピーダンス推定値とが実質的に一致しているか、或いは、素子温理論値と素子温推定値とが実質的に一致しているかに基づいて、酸素センサの異常を精度良く判定することができる。

【0087】

第7の発明によれば、ヒータが通電されていない状況下で酸素センサの異常が判定された場合にその異常をセンサ素子の異常と特定することができる。

【0088】

第8の発明によれば、ヒータが通電されている状況下で酸素センサの異常が判定された場合に、ヒータの通電を停止することにより、ヒータの状態を異常原因から除外することができる。

【0089】

第9の発明によれば、ヒータの状態が異常原因から除外されることにより酸素センサの異常判定が覆った場合に、ヒータに異常が生じていることを判定することができる。

【0090】

第10の発明によれば、互いに正規の相関を伴って変化すべき第1判断値と第2判断値との間に、その正規の相関が認められない場合に、酸素センサの異常を判定することができる。このような判断手法によれば、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1のシステムの構成を説明するためのブロック図である。

【図2】 酸素センサの素子インピーダンスと素子温度との関係を説明するための図である。

【図3】 本発明の実施の形態1の装置が素子温推定値 T_{ex} と素子インピーダンス現実値 R_{sr} との関係に基づいて、酸素センサの状態を如何に判断するかを説明するための図である

【図4】 本発明の実施の形態1の装置が実行する制御ルーチンのフローチャートである。

【図5】 本発明の実施の形態1の装置が酸素センサの素子温を推定するために実行するルーチンのフローチャートである。

【図6】 本発明の実施の形態1の装置が酸素センサの劣化を検出するために実行するルーチンのフローチャートである。

【図7】 本発明の実施の形態1の装置が酸素センサの中間ショートを判定するために実行するルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 0 酸素センサ
- 1 2 センサ素子
- 1 4 ヒータ
- 2 0 ECU(Electronic Control Unit)
- 2 2 ヒータ制御部
- 2 4 素子インピーダンス検出部

26 フューエルカット検出部

28 素子温推定部

30 以上判定部

Rs 素子インピーダンス

Rsr 素子インピーダンス現実値

Tex 素子温推定値

Ti 素子温理論値

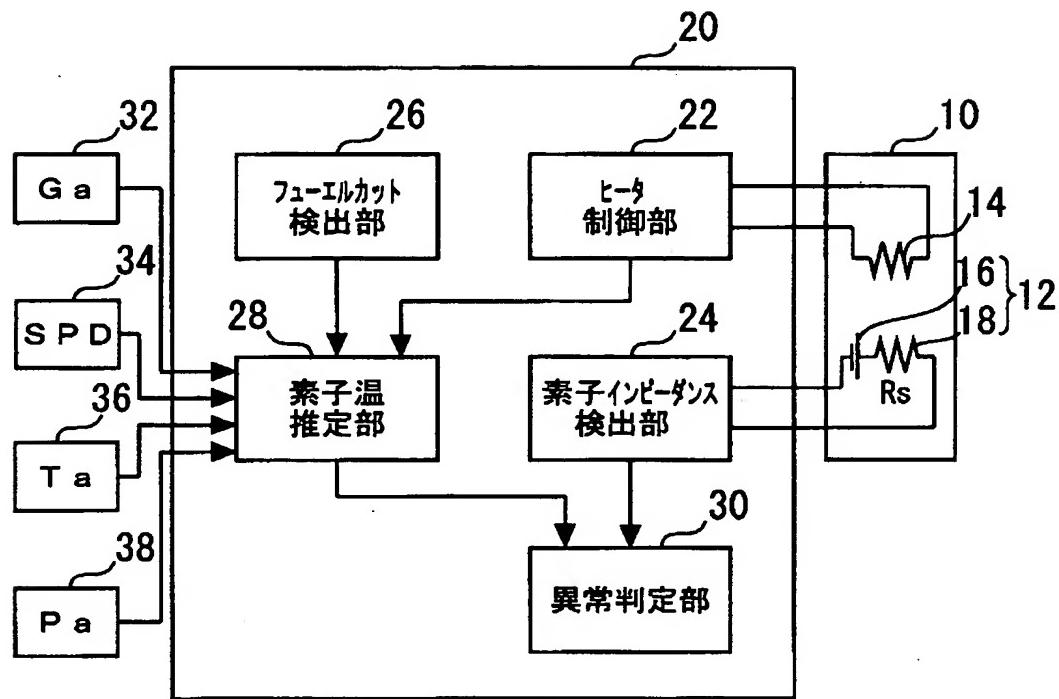
Tga 素子温収束値

Ts 供給熱量

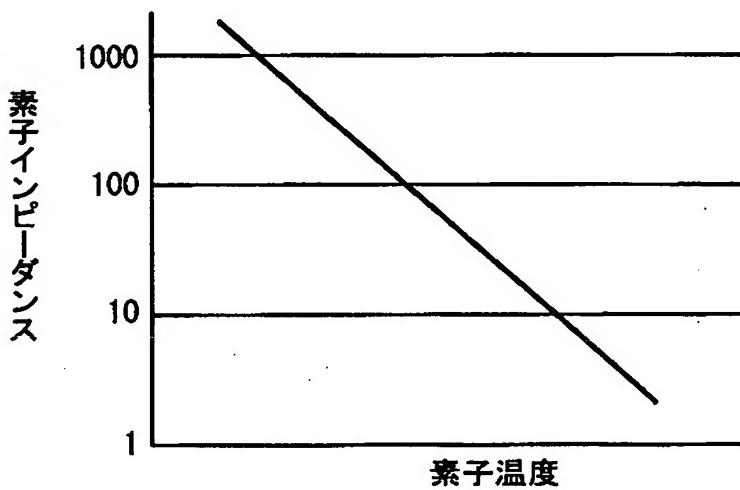
Tr 放射熱量

【書類名】 図面

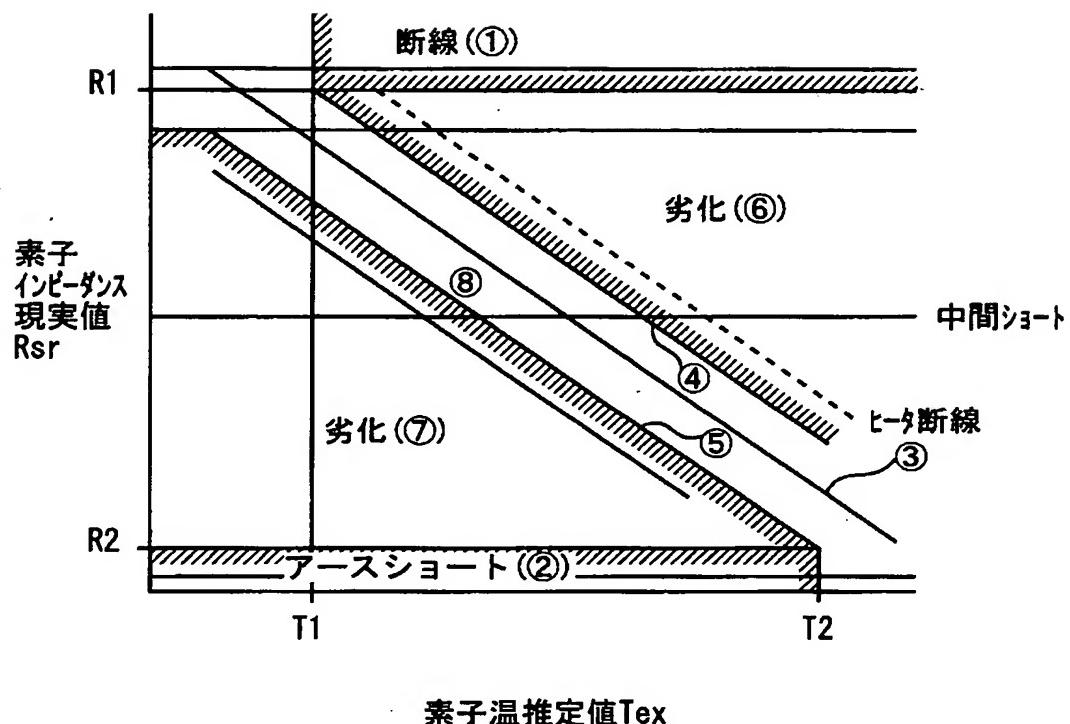
【図1】



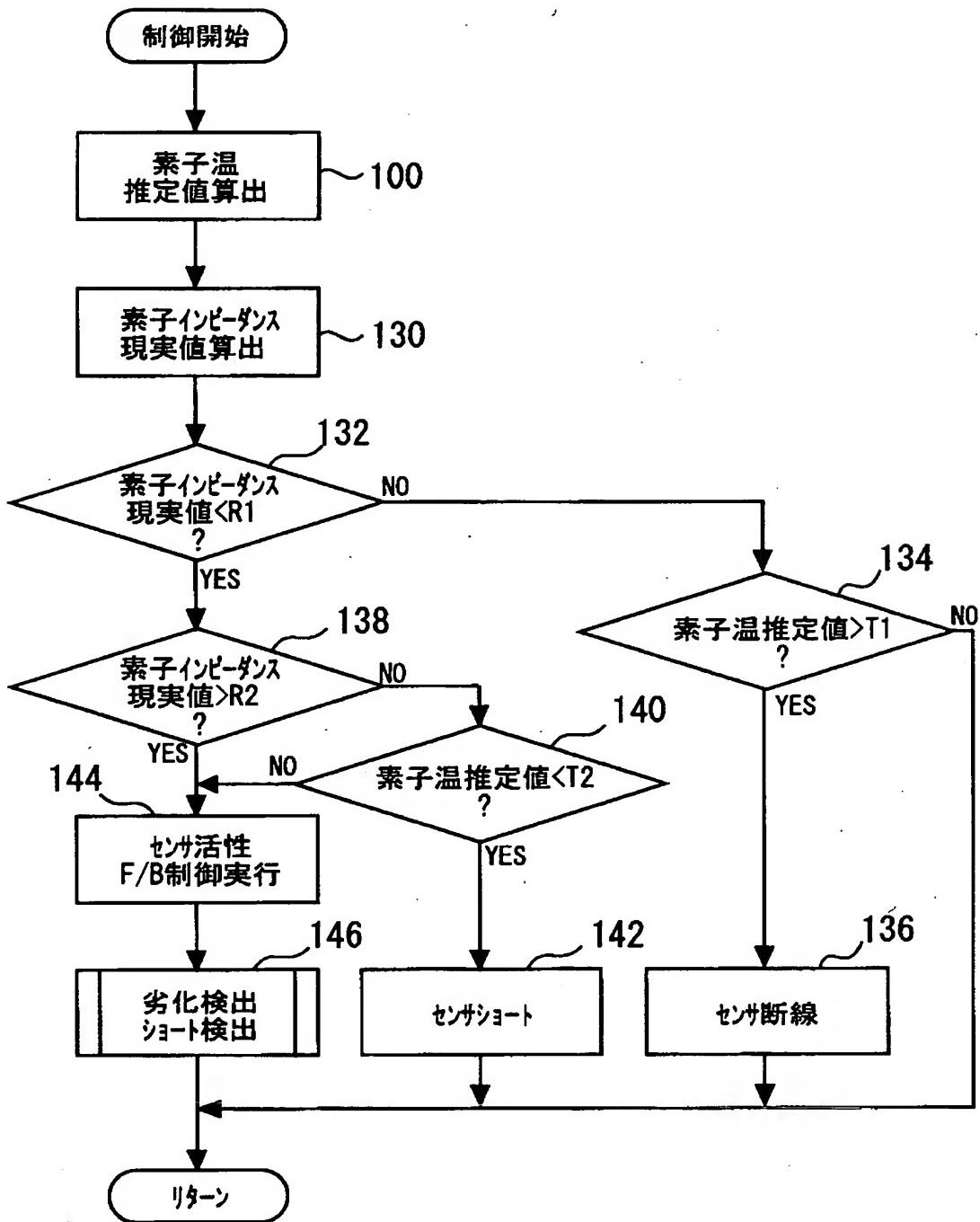
【図2】



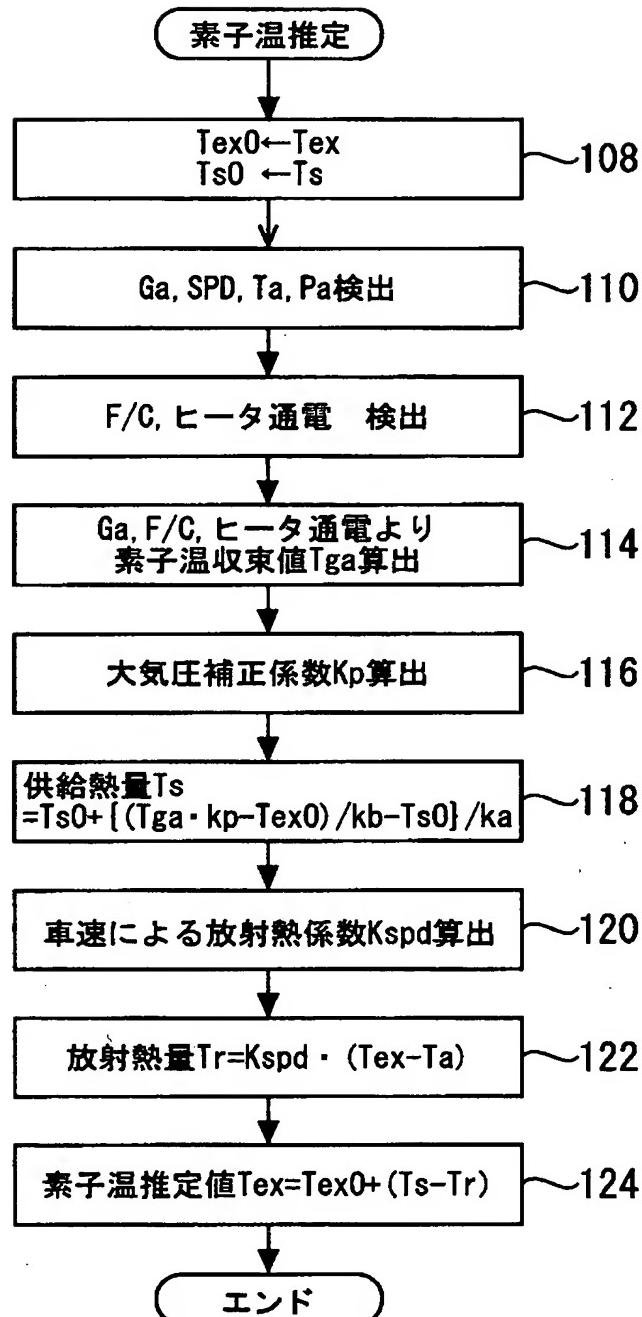
【図3】



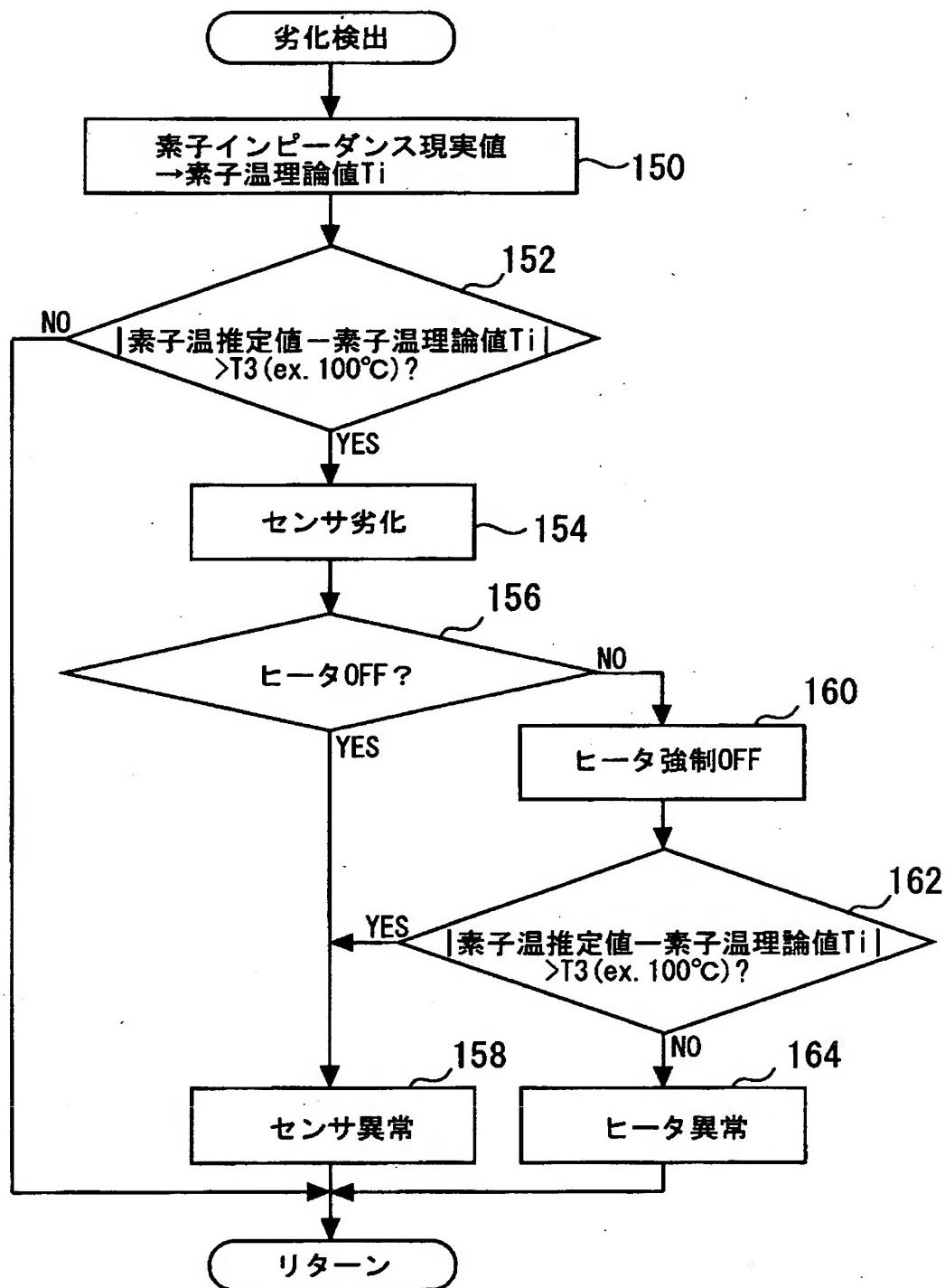
【図4】



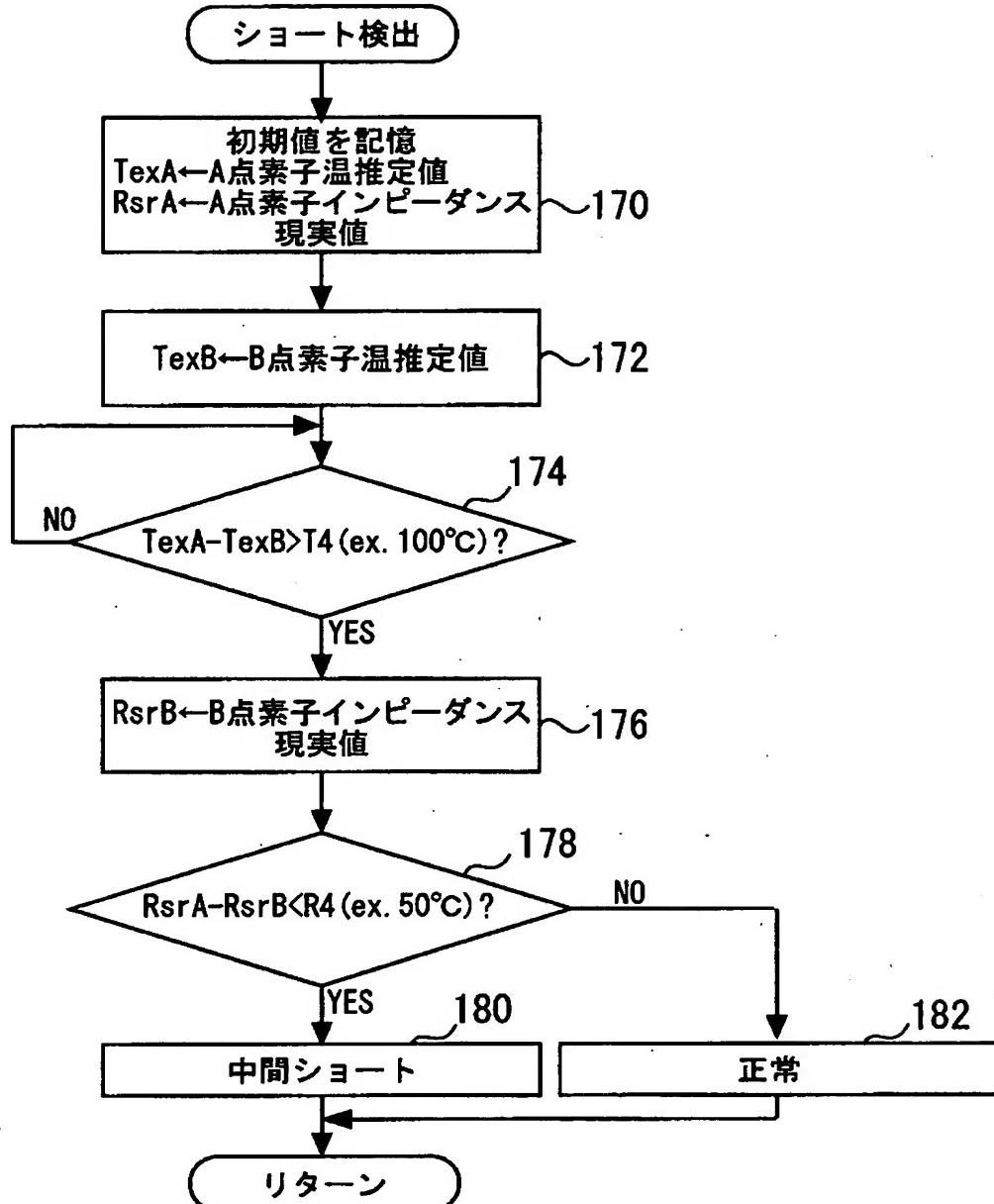
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、酸素センサの劣化検出装置に関し、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、酸素センサの異常を常に精度良く検出することを目的とする。

【解決手段】 酸素センサ10に電圧Vを印加し、その際に流通する電流Iとの関係でセンサ素子12の素子インピーダンス現実値 $R_{sr} = V / I$ を算出する。酸素センサ10の温度に影響を与える事項から、酸素センサ10の素子温推定値 T_{ex} を算出する。素子インピーダンス現実値 R_{sr} と素子温推定値 T_{ex} との関係が正規の温度特性に従う関係と見なせるか否かに基づいて酸素センサ10の異常を判定する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-341327
受付番号	50201778370
書類名	特許願
担当官	北原 良子 2413
作成日	平成14年12月 6日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000003207
【住所又は居所】	愛知県豊田市トヨタ町1番地
【氏名又は名称】	トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】	100106150
【住所又は居所】	東京都新宿区荒木町20番地 インテック88ビル5階
【氏名又は名称】	高橋 英樹

【代理人】

【識別番号】	100082175
【住所又は居所】	東京都新宿区荒木町20番地 インテック88ビル5階
【氏名又は名称】	高田 守

【選任した代理人】

【識別番号】	100120499
【住所又は居所】	東京都新宿区荒木町20番地インテック88ビル5階
【氏名又は名称】	平山 淳

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名 トヨタ自動車株式会社